



REVISTA TECNICA INFORMATIVA DEL INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**GENERACION DE VARIETADES DE
PAPA CON RESISTENCIA DURADERA A
"TIZON TARDIO" (*Phytophthora infestans*)**

**NEMATODOS BENEFICOS PRESENTES EN EL
TROPICO HUMEDO DEL LITORAL ECUATORIANO**

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANEJO
INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES (MIPE)
PARA SISTEMAS DE PRODUCCION BASADOS EN
PLATANO**

Generación de variedades de papa con resistencia duradera a “tizón tardío” (*Phytophthora infestans*)

Arturo Taípe¹, Pedro Oyarzún¹,
Xavier Cuesta², Jorge Rivadeneira²

Introducción

La alta incidencia del tizón tardío o lancha y su efecto devastador en todas las regiones productoras de papa en Ecuador, determinan que esta enfermedad causada por *Phytophthora infestans*, sea considerada el principal problema fitosanitario del cultivo. Estudios realizados para determinar las pérdidas que ocasiona esta enfermedad, demuestran que los rendimientos disminuyen en un rango del 20% al 100% y cambian según la variedad sembrada y el estado fenológico en que se inicia la infección (Morales 1994). Los rendimientos nacionales promedio van de 7 a 15 t/ha, a pesar que las condiciones existentes permitirían fácilmente alcanzar las 60 t/ha.

El enfoque actual de manejo integrado del tizón tardío combina el uso selectivo de fungicidas con variedades de papa resistentes, métodos de pronóstico de la enfermedad y oportunas prácticas culturales (Egan *et al.* 1995). Recientes avances en ingeniería genética y en el aislamiento y clonación de R-genes provenientes de varias especies de plantas pueden ser las oportunidades para producir nuevas variedades de papa con incrementada resistencia a *P. infestans* (Staskawicz *et al.* 1995).

La obtención de variedades con resistencia duradera es sin duda la alternativa más sostenible para el manejo de la enfermedad. Estas variedades requieren menos aplicaciones de fungicidas. Por ejemplo, en un estudio se comparó INIAP-Santa Catalina (resistencia duradera) con INIAP-Gabriela (susceptible); la primera obtuvo un rendimiento de 23,9 t/ha y una infección final del 60%, con 3 aplicaciones, mientras que la segunda, a pesar de haber recibido 6 aplicaciones, alcanzó el 100% de infección a la mitad del ciclo y su rendimiento decreció hasta 4,9 t/ha (Andrade-Piedra *et al.* 1997; Revelo *et al.* 1995).

En Ecuador, el desarrollo de variedades con resistencia duradera a tizón tardío tiene prioridad, sin embargo, el mejoramiento genético en *Solanum andigena* es complejo y demanda una gran can-



tividad de recursos; las nuevas variedades deben, además, combinar muchas otras características. La obtención de variedades y su posterior difusión y aceptación significan un mínimo de 10 años (Andrade y Cuesta 1998), sin contar el tiempo que se tardaría una variedad en suplantarse a otra (INIAP-Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-Papa-FORTIPAPA, 1996).

Desde 1995, el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-Papa del INIAP (PNRT-Papa) realiza múltiples esfuerzos para obtener variedades con resistencia duradera que, además, reflejen las demandas de los productores y usuarios. En esta ocasión se reportan los resultados de los experimentos realizados en el ciclo 2000-2001. Gracias al apoyo del proyecto IPM-CRSP, se realizaron acciones en mejoramiento participativo en dos localidades de la provincia de Chimborazo y una en el Carchi. Clones de la población B del CIP y otros generados por el PNRT-Papa fueron evaluados utilizando la metodología de Investigación Participativa (IP).

Metodología de trabajo

En cada localidad, la comunidad y los técnicos del PNRT-Papa seleccionaron un grupo de 10-12 agricultores tomando en cuenta ciertos criterios como su conocimiento del cultivo, su interés en probar nuevas experiencias y con capacidad para intercambiar sus conocimientos con otros productores para que sean ellos quienes emitan sus criterios y observaciones sobre el ensayo. Para registrar la información que proporcionaban los productores, se utilizó una matriz de evaluación absoluta y otra de ordenamiento según criterios.

¹ Proyecto IPM-CRSP-INIAP

² Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-Papa-INIAP.

Para el establecimiento de los ensayos en campo, se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones, en las localidades de Guabug y Pusniag en la provincia de Chimborazo y en San José de Huaca, en Carchi; los tratamientos en estudio fueron los clones del primer y segundo ciclo de selección, más los testigos locales. Los clones del primer ciclo de investigación participativa (IPC1) se sembraron en surcos de 7,5 m y los del segundo ciclo de investigación participativa (IPC2), en surcos de 6 m de longitud separados a 1,2 m entre ellos, la distancia entre plantas fue de 0,30 m y se colocó un tubérculo por sitio en ambos casos y en cada localidad.

Con la información registrada en la matriz absoluta, se calculó la frecuencia de aceptación de los clones evaluados. Con estas frecuencias y con los promedios de las principales variables agronómicas recolectadas tanto a la floración como en la cosecha, se procedió a seleccionar aquellos clones que pasarían a un ciclo de selección más avanzado, para esto, se utilizó un programa denominado SELINDEX desarrollado por el CIMMYT. Se utilizó la metodología de investigación participativa con productores descrita por Ashby en 1992.

Resultados

Carchi: Clones población 95 y 97 (IPC1) y población B del CIP (IPC2)

Los criterios que los agricultores calificaron como favorables en las evaluaciones de floración fueron: resistencia a tizón tardío, plantas vigorosas y robustas, tallos gruesos, buena cobertura de la planta. A la cosecha fueron: piel del tubérculo rosada, buen rendimiento, tubérculos gruesos y redondos, pocos ojos superficiales, pulpa amarilla. Se observó alta diferencia estadística entre clones en las variables: plantas cosechadas, tubérculos por planta, rendimiento por planta y severidad del ataque del tizón tardío.

Índice de Selección: Tras el análisis estadístico de la información técnica de campo, y de las evaluaciones participativas en floración y en cosecha, se seleccionaron 9 clones de la población 95 y 97 y 6 clones de la población B (Cuadro 1). Un clon con resistencia a tizón tardío fue seleccionado: si producía un mínimo de 15 tubérculos por planta y un rendimiento por planta de 1,5 kg y se incluye en la selección los criterios del productor extraídos de las evaluaciones participativas.

Cuadro 1. Clones de la población 95 y 97 (IPC1) y población B del CIP (IPC2) seleccionados en la localidad de San José de Huaca, Carchi, 2001.

Clones	Nro. plantas cosecha	Tubérculo por planta	Rendimiento por planta	Rendimiento t/ha	AUDPC	Floración	Cosecha
IPC 1							
97-1-2	12	19,56	1,84	25,10	38,97	90,00	100,00
97-1-18	12	16,67	1,56	19,65	23,40	80,00	60,00
97-1-8	11	25,56	1,50	24,09	21,52	90,00	60,00
95-14-95	10	15,78	0,88	16,06	54,08	65,00	60,00
95-2-80	9	21,78	1,23	12,07	59,43	90,00	20,00
97-1-10	9	14,11	1,07	11,97	42,67	80,00	20,00
95-2-47	9	12,56	0,84	11,87	32,58	60,00	20,00
97-2-7	12	27,00	1,13	13,99	51,35	40,00	20,00
95-15-13	8	12,83	0,72	14,70	60,33	70,00	20,00
IPC-2							
BIC4 110,9	10	17,00	1,51	31,25	31,78	93,33	100,00
LB3 003,06	10	15,00	1,38	31,21	27,77	80,0	60,00
BIC4 123,8	9	16,00	1,29	21,57	67,22	100,0	60,00
BIC4 110,3	7	17,00	1,13	16,26	41,15	93,33	60,00
LB3 065,22	10	13,00	2,11	30,00	58,42	86,67	100,00
U633	9	9,00	1,51	25,86	16,88	93,33	60,00

Chimborazo: Clones población 95 y 97 (IPC1) y población B del CIP (IPC2).

Se determinó una alta significancia entre clones en las variables: plantas cosechadas, tubérculos por planta, rendimiento por planta y por hectárea de los clones evaluados en el IPC1. Para los clones evaluados en el IPC2 no se detectó significancia estadística en las variables evaluadas.

Índice de selección en Guabug. En el Cuadro 2 se detallan los valores medios de la características de los 10 clones del IPC1 seleccionados. El clon 97-15-1 fue seleccionado en primer lugar. De un total de 9 clones incluidos en el IPC2, se seleccionaron 4 clones, los cuales se observan en el Cuadro 2. El clon

que más se acerca a los requerimientos es el C-356 y el que más dista es el AA-25, que también fue seleccionado.

En esta localidad se determinó alta significancia entre clones para las variables: plantas cosechadas, tubérculos por planta, rendimiento por planta y por hectárea de los clones evaluados en el IPC1. En el IPC 2 no se constató significancia estadística.

Índice de selección en Pusniag: En el Cuadro 3, se presentan datos de 8 clones seleccionados. El clon 97-1-10 es el que más se acerca a los requerimientos especificados y fue seleccionado en primer lugar. De los siete clones incluidos en el IPC2 4 clones, el clon N-551 fue seleccionado en primer lugar.

Cuadro 2. Clones de la población 95 y 97 (IPC1) y B del CIP (IPC2) seleccionados en la localidad El Guabug, Chimborazo, 2001.

Clones	Número de plantas cosecha	Tubérculos por planta	Rendimiento por planta	Rendimiento t/ha	Floración	Cosecha
IPC 1						
97-15-1	20,00	19,10	0,50	14,20	73,30	64,40
97-1-2	19,00	33,10	0,60	13,10	100,00	64,40
97-2-1	22,00	23,40	0,60	10,20	100,00	73,30
97-1-6	18,30	34,00	0,90	18,40	100,00	46,70
95-14-173	17,70	19,10	0,50	9,20	100,00	73,30
97-1-10	17,30	20,60	0,50	8,60	73,30	55,60
95-2-17	15,20	20,20	0,40	8,50	86,70	73,30
95-15-13	14,30	26,10	0,60	9,70	60,00	46,70
95-14-95	17,00	14,60	0,40	7,50	53,30	73,30
97-1-18	15,70	18,90	0,40	10,00	100,00	46,70
IPC 2						
C-356	12,30	22,90	0,90	12,90	86,70	86,70
B1C412528	11,70	17,20	0,70	11,00	86,70	60,00
B1C411023	13,00	28,00	11,30	12,90	86,70	86,70
AA-25	11,30	13,10	0,90	11,20	86,70	60,00

Cuadro 3. Clones de la población 95 y 97 (IPC1) y B del CIP (IPC2) seleccionados en la localidad de Pusniag, Chimborazo, 2001.

Clones	Número de plantas cosecha	Tubérculos por planta	Rendimiento por planta	Rendimiento t/ha	Floración	Cosecha
IPC 1						
97-1-10	16,30	14,10	0,70	15,40	87,50	100,00
95-50-12	18,70	29,00	0,80	17,60	90,00	100,00
95-42-4	17,30	28,90	0,70	18,70	67,50	73,30
95-14-95	16,00	17,30	0,70	12,70	50,00	100,00
95-2-17	17,30	13,30	0,70	14,20	50,00	46,70
97-1-18	16,00	20,20	10,30	17,00	77,50	73,30
95-2-47	14,00	10,00	0,50	8,50	70,00	84,00
97-1-8	17,30	33,20	10,40	15,80	67,50	73,30
IPC 2						
N-551	11,50	19,70	15,20	26,40		74,30
LB302216	11,80	16,30	12,80	23,30		68,60
X-141	12,30	18,50	18,80	26,40		27,10
LB300306	12,30	17,50	12,50	17,30		47,10

Conclusiones

- La inclusión de los diferentes usuarios en las evaluaciones permite identificar aquellos criterios considerados importantes para ellos al momento de decidir si un clon es mejor que otro. Estos criterios, más las evaluaciones que realizan los técnicos, garantizan que las futuras variedades logren acercarse mucho más a sus apetencias y se espera que esto contribuya a una rápida difusión y establecimiento de estas variedades en el mercado de consumo.
- En general, los clones seleccionados presentan resistencia a tizón tardío y buenos rendimientos. Los clones seleccionados en el IPC2 han ingresado en su etapa de evaluaciones finales y multiplicación en parcelas de mayor tamaño para su posterior liberación como variedades. Estos clones se han venido evaluando con una orientación al consumo en fresco, no se descarta la posibilidad de ser requeridos por la industria.

Bibliografía

- ANDRADE, H. y CUESTA, X. 1998. Plan de Mejoramiento del PNRT-Papa. Santa Catalina, Quito-Ecuador, INIAP, Programa Nacional de Raíces y Tubérculos -Papa, FORTIPAPA.
- ANADRADE, J.; JARAMILLO, R. et al. 1997. Evaluación de la eficiencia de fungicidas protectantes y sistémicos y su interacción con el fertilizante foliar Stimufol, en el control de *Phytophthora infestans* en papa. Informe Ampliado. Quito, INIAP, PNRT-Papa-FORTIPAPA, p. 22.
- ASHBY, J. A. 1992. Manual para la evaluación de tecnología con productores. Cali-Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- CRISSMAN, C.; DUCROT, C. et al. 1994. The case study site: the physical, health and potato farming systems in Carchi province. Getting Pesticides Right: trade offs in Environment, Health and Sustainable Agricultural Development. p.p.1-56.
- EGAN, A.; MURRAY, A. et al. 1995. Past history and future prospects for fungicides for the control of *Phytophthora infestans* on potatoes. *PHYTOPHTHORA INFESTANS* 150. L. J. Dowley, E. Bannon, L. R. Cooke, T. Keane and E. O'Sullivan. Trinity College, Dublin-Ireland, European Association for Potato Research-Pathology section. p.p.160-169.
- INIAP-Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-Papa-FORTIPAPA. 1996. Informe Anual 1995. Compendio.
- MORALES, H. R. 1994. Relación entre la epidemia de *Phytophthora infestans* y la producción en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito-Ecuador, Universidad Central del Ecuador. p. 113.
- REVELO, J.; ANDRADE, J. et al. 1995. Caracterización de variedades comerciales de papa al ataque de *Phytophthora infestans*: tipo de resistencia, y relación entre la epidemia, el ambiente y el rendimiento. Compendio. Quito, INIAP, PNRT-Papa-FORTIPAPA. p.p. 34-35.
- REVELO, J. y GARCÉS, S. 1995. Caracterización de *Phytophthora infestans* en aislamientos provenientes de Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia. Compendio. Quito, Ecuador, INIAP, PNRT-Papa, FORTIPAPA. p.p. 33-34.
- STASKAWICZ, B.; AUSUBEL, F. et al. 1995. "Molecular genetics of plant disease resistance." Science 268. p.p. 661-666.